

# エボデボ革命

(シマウマの縞 蝶の模様)

面白い本を見つけました。『「シマウマの縞蝶の模様」—エボデボ革命が解き明かす生物デザインの起源— ショーン・B・キャロル著 渡辺政隆・経塚淳子訳 光文社』です。

本書は、エボデボ界の大家のS. B. キャロルが2005年に書き下ろした書の翻訳本です。原題は、「Endless Forms Most Beautiful: The New Science of Evo-Devo(エボデボ)」で、意味がよくわかりませんが、これはダーウインの「種の起源」の中の「Endless forms most beautiful and most wonderful」から採られたもので、その意味するところは、「極めて美しく、極めて素晴らしい生物種が際限なく」だそうです。

ただ、訳者は直訳では意味がくみ取りにくいので「本文で紹介されている小学生が描いた「シマウマと蝶の模様」から邦題を選んだ」と述べています。

「進化生物学」に課せられた最大のテーマは、「生物は何故このように多様なのか」という問いに答えることで、この難問に科学的に取り組んだ最初の人物こそがダーウインだったというわけです。

しかも、ダーウインの答えは「生物は、共通の祖先から分岐を繰り返すことで、このように多様な種類に分かれてきた」というものでした。この言葉がいわれた1859年から150年近くたった最近まで生物多様性に対する実質的進展はみられませんでした。ところが、この10年あまりの間に事態は急転したということです。

すなわち、「ほぼ全ての動物に共通する体づくりの遺伝子が発見されたことで、「発生生物学」および「分子生物学」から「進化学」へのアプローチが可能となり、新知見が続々発表されるようになった」というのです。こうして誕生した学問の領域が「進化発生生物学」(Evolutionary Developmental Biology 略して Evo-Devo(エボデボ))というわけです。

工学の分野でも線形問題しか解けなかった過去に比べ、現在では非線形問題を簡単に解ける時代がやってきて大きく視野が開けてきたのと同じように、日々、蓄積される研究の成果がある水準を超えると、一気に新しい光景が開けてくるということがよくあります。「進化発生生物学」もその一例です。

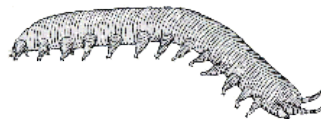
かつて、私の周りにもショウジョウバエの遺伝子と染色体の研究をやっている人がいました。研究の最終目標は何だろうと疑問に思っていましたが、本書を読んでやっとその目標とするところが判りました。

1980年代にショウジョウバエで、翅を作るか作らないかを決める、スイッチ機能を担う遺伝子が見つかり、「ホメオボックス遺伝子」と名づけられました。驚いたことにこの遺伝子は、その後の研究で、昆虫の体節の運命を決めるスイッチ機能を果たしているだけでなく、ほぼ同じものが、系統樹の上では遠く離れた魚類や哺乳類の体の形を決めていることが判明したのです。

その後、遺伝子組み換え技術を用いて、スイッチ遺伝子の蛋白質に色をつけることが可能にな

り、生物体内で機能している様子が写真に撮れるようになったのです。こうして今まで見えなかった動物の胚発生の進行過程の可視化が可能になり、これらが分子レベルで明らかになり、さらにその結果を比較研究する、進化論的視点がここに加えられることになったのです。一言でいえば、それが本書の主題というわけです。

実際、「胚発生は構造的に同じである」という視点が導入されることで、5億年前のカンブリア紀の節足動物に対応する現存生物である「カギムシ」のゲノムを解読し、化石生物の胚発生の仕組みを考察できるようになっています。節足動物の頭部、胸部、尾部に生えている付属肢は、それぞれ摂食、運動、呼吸、穴掘り、知覚、交尾、子育て、防御などに特化していることにあり、節足動物が多様化に成功した秘訣は、間違いなく、付属肢のタイプがどんどん特殊化したことによる適応にあるといっています。



カギムシ

結局、生物進化とは、手持ちの遺伝子セットを使い回して発生過程を修正し、これによって得られた新しい形の利用方法を考えることであつたわけです。20世紀の分子生物学は、微生物という単細胞生物に研究対象を絞って大成功を収めました。当然、発生現象を扱うことはできませんでした。

新しい科学 Evo-Devo の誕生は、「発生学」と「遺伝学」と「進化論」とを新しい概念へ統合する手段にもなっています。21世紀の生物学は、人間を含むあらゆる生物と生命現象を念頭に議論する、本来の生命観へと、我々を導いてくれます。

本書にはいたるところに新しい知見がちりばめられており、全ての章が面白く、一気に読んでしまいましたが、私が特に興味を持ったのは、8章の「蝶の目玉模様」と進化論教育に言及している11章の「すばらしい生物種が際限なく」でした。

蝶の目玉模様では、

まず ベイツとダーウィンの交流の話から始まり

- ・ 翅の模様の意味
- ・ 蝶の発明
- ・ 目玉模様を作る
- ・ 私が浴びた一瞬の脚光
- ・ 蝶はどうやって模様を変えるのか
- ・ 擬態と色彩パターンの進化

などと続きます。

「蝶をめぐる進化の大半は、目玉模様以外の翅の色彩パターンの変更である」と著者はいいます。蝶の翅の色の進化に秘められた謎が解明されるまでには、まだ時間がかかりそうです。エボデボの観点からこれらが解明されるのが楽しみです。


進化論教育については、二つの抵抗にあっているとキャロルはいいます。一つは、「進化学」が

広大で急速に発展を遂げ、沢山の領域を含んでおり学問として取っ付きにくいといわれていることと、もう一つは、**キリスト教の一部宗派**が頑なに進化論を否定していることだといいます。

ダーウィンは、「種の起源」を出版してからその第2版を出すまでの短い期間に、巻末の有名な一文に「創造主によって」という言葉を書き加え、「創造主によって数種類あるいは一種類に吹き込まれたことに端を発し…」と書き加えています。後に親しい友人にあてた手紙でこの言葉を書き加えたことを悔いています。「しかし、僕は、世論に迎合し、天地創造的な言葉を使ったことをずっと後悔しています。そのせいで、未知の過程によって「現れた」かのような意味になってしまったからです」。これに対し、進化論と宗教の和解を図ったものとして受けとった人も多かったようです。

当時は、英国国教会がイギリス人の生活の全てを支配していた時代でもあったわけですから、進化論はとても危険な思想でもあったわけです。

1996年に、前ローマ教皇ヨハネ・パウロ二世は、「人の体は自然の過程によって進化したことを認める」というカトリック教会の立場を述べるとともに、「進化に関しては大量の証拠が積み重ねられた結果、「仮説に留まらない」程になっている」とこれを認める発言をしています。ただ、「人間の精神の領域だけは、進化の産物ではなく、神から直接付与されたものである」という一線は譲っていません。

 1983年5月9日、ローマ法王ヨハネ・パウロ二世は、バチカンで開かれていた国際シンポジウムの席上、かのガリレオ・ガリレイ(1564~1642)に対して、次のように述べました。「かつて、ガリレイが教会側から苦痛をこうむったことを認める。この経験は科学と宗教の関係を正すことに役立った」と。

天動説を真理とする教会に対し、コペルニクス地動説を支持したガリレイが、宗教裁判で有罪となり、終身禁固の刑を受けたのは、1633年のことです。もっとも、ガリレイは教会と妥協して研究を継続する道をえらびました。それから数えて丁度350年目にして、やっと、カトリック総本山のバチカンが教会側の責任を認め、ガリレイに謝罪をしたことになる訳です。

科学と宗教、両分野の関係はこれでようやく雪解けを迎えたことになりますが、果たして地下で眠っているガリレイはどう思っているのでしょうか？常識や通念を覆す内容というのは、常識や通念にしがみついている権威者達を脅かします。だから彼らはそれを認めようとしません。

「種の起源」のダーウィンにしても、進化論をいったためにキリスト教会から50年間も破門されています。「人間は神が創ったと聖書に書いてあるのに、猿が進化したとは何事か」というわけです。本物のサイエンティストというのは昔から不遇な目に合わされる人が多いですね。

科学の進展を取り入れる遅さでは歴史的に定評のあるキリスト教宗派のトップである教皇がこのような声明を発表したことで、進化論受容をめぐる長い闘争がついに転換期を迎えたようです。

しかし、聖書を字句どおりに解釈する原理主義者たちは、依然として進化論(進化学)に公然と異を唱え、公立学校での進化論教育阻止を目指した法制化に邁進しているようです。

キリスト教の多くの宗派では、宗教教育は各宗派の教えと神学教育を推し進め発展させるのが効果的であり、科学を攻撃するのは成功の見込みのない戦術であると論争を避けているようです。

最後に、キャロルはこんなことを言っています。「大学レベルでは、生物の進化を心理学入門や西洋文明史なみに教養課程の必修とすべきである。進化論の歴史、主な進化学者や主要な考え方、基本的な進化の証拠を紹介する講義であるべきである。そうすれば、多くの教養豊かな市民や教師予備軍を世に送り出せることだろう」。

ダーウィンは、生物が時間とともに変化し得ることを示し、そのメカニズムとして、自然淘汰と性淘汰の二つの理論を提出しました。彼がこの理論を考えついた時、進化という現象の中核にある「遺伝」については、ほとんど何も判っていませんでした。そこで、彼はここは「未知の部分」として「括弧」の中に入れておいて、その外堀からの証拠をできる限り集めました。あとは、周到な演繹的論理展開によって議論を組み立てたというわけです。この、「未知の部分」こそがエボデボ革命によって明らかにされつつあるということです。

本書は、S. B. キャロルの研究のレビューではなくて、エボデボ (Evo-Devo) のエッセイですが、次のノーベル賞候補の呼び名の高い著者が、動物の複雑な形態の発生と進化の謎を解き明かし、進化論の驚くべき展開を記述した最先端のサイエンス・ノンフィクションです。

私のように専門外の人間には理解しにくい部分もありましたが、進化には、種の垣根を越えて同じ遺伝子が関与しており、見かけや機能の違いを超えて、皆共通の「マスター遺伝子」という「道具箱」(ツールキット)を備えている。つまり、蠅も小鳥も恐竜もシマウマも蝶も人間も、その胴体や器官の形成やパターンづくりを支配している遺伝子群は同じであるという展開を楽しく読ませてもらいました。

こんな面白い科学啓蒙書は、S. J. グールドの「ワンダフル・ライフ」以来です。「ワンダフル・ライフ」は 940 円(早川書房:文庫本)でしたが、「シマウマの縞 蝶の模様」は 2300 円(光文社)です。この程度の値段で、これだけの知識が得られるわけですから安いものです。

私が中学時代に習った理科や高校で習った生物などは知識の切り売りで、その内容も退屈そのものでした。おかげで、先生の顔まで嫌いになったのを懐かしく思い出します。これだけ、学問の中身が面白くなっているのに、従来の旧態依然たる知識の切り売りでは生徒達があまりに可哀相です。

ぜひ多くの「中学の理科の先生」や「高校の生物の先生」にも読んでもらい、この面白さを生徒達に伝えて欲しいと願っています。大学生は一般常識として、また、生物が好きで、「これから何をやるのかな」などとのんびり考えている高校生諸君にも十分読み通せる内容です。お勧めの1冊です。